



**ЗРГИМ**

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО  
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**03 ÷ 05. 11. 2017 година  
Охрид**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА  
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

Зборник на трудови:

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

**Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија**  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

Главен и одговорен уредник:

**Проф. д-р Дејан Мираковски**

Уредник:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

За издавачот:

**м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.**

Техничка подготовка:

**Доц. д-р Стојанче Мијалковски**

Изработка на насловна страна:

**Асс. д-р Ванчо Аџиски**

Печатница:

**Дуна, Скопје**

Година:

**2017**

Тираж:

**150 примероци**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 (8; 2016; Струмица)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / IX стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 11-13.11.2016 година Струмица;

[главен и одговорен уредник Зоран Панов, Стојанче Мијалковски]. - Штип:

НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2016-258 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 99826186

**Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографираан без дозвола на авторите и издавачот.**



## ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ  
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)



## КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

## НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Слободан Вујиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.  
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Македонија;  
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;  
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;  
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;  
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;  
Проф. д-р **Петар Атанасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;  
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;  
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:**

### **Претседател:**

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип.

### **Потпретседатели:**

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица.

### **Генерален секретар:**

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

## **ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:**

**Митко Крмзов**, Еуромакс Ресурсис, Струмица;  
**Мице Тркалески**, Мермерен комбинат, Прилеп;  
**Зоран Костоски**, Мраморбјанко, Прилеп;  
**Шериф Алиу**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Филип Петровски**, Минерал проект, М. Каменица;  
**Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;  
м-р **Драги Пелтечки**, Еуромакс Ресурсис, Струмица  
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;  
м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.  
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;  
м-р **Зоран Богдановски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;  
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;  
м-р **Костадин Јованов**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;  
**Ненад Лазаровски**, ДУНА Скопје;  
**Чедо Ристовски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;  
**Антонио Антевски**, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;  
**Дарко Начковски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Димитар Стефановски**, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;  
**Драган Насевски**, ГИМ, Скопје;  
**Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;  
**Миле Стефанов**, Рудник “Бањани”, Скопје;  
**Живко Калевски**, Рудник “Осломеј”, Кичево;  
**Марија Петровска**, Стопанска Комора, Скопје;  
**Љупчо Трајковски**, ЗРГИМ, Кавадарци;  
**Емил Јорданов**, ГД “Гранит” АД, Скопје;  
**Пепи Мицев**, “Ве група”, Радовиш;  
**Орхан Рамадановски**, “Кнауф”, Дебар;

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;  
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Доц. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;  
Асс. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип.

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
**“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА**  
**НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”**  
**- со меѓународно учество –**

---

**03 Ноември 2017, Охрид**  
Република Македонија

**ОРГАНИЗАТОР:**

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ  
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
[www.zrgim.org.mk](http://www.zrgim.org.mk)

**КООРГАНИЗАТОР:**

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО  
[www.ugd.edu.mk](http://www.ugd.edu.mk)



**ЗРГИМ**

## **Х СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**

**“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”**

# **ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

**Охрид**

**03 ÷ 05. 11. 2017 год.**

## **ПРЕДГОВОР**

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните девет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 и 2016 год.) учествуваа повеќе автори од 10 држави, кои презентираа 242 стручни трудови.

За ова десетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '17) пријавени се 33 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



**AMGEM**

**X EXPERT CONFERENCE THEMED:**

**“Technology of underground and surface mining of  
mineral raw materials”**

**PODEKS - POVEKS '17**

**Ohrid  
03 ÷ 05. 11. 2017.**

## **FOREWORD**

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 10 countries participated in the previous nine conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 and 2016) presenting 242 expert papers. Thirty-three authors from 2 countries have registered their expert papers for the X<sup>th</sup> conference (PODEKS - POVEKS '17).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors





**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Македонија

## Х СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација  
на минерални сировини

# ПОДЕКС – ПОВЕКС '17

Охрид  
03 ÷ 05. 11. 2017 год.

## СОДРЖИНА

### ЗАШТИТА НА ЖИВОТНА И РАБОТНА СРЕДИНА

<b>МОНИТОРИНГ НА ПРАШИНА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА, ЗОШТО И КАКО?</b> * Дејан Миравовски, Николајчо Николов, Борче Гоцевски, Марија Хаџи-Николова, Иван Боев.....	1
<b>СЛЕДЕЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВО ОКОЛИНАТА НА ПРЕДЛОЖЕНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП „ИЛОВИЦА-ШТУКА“</b> * Драги Пелтечки, Вера Ѓорѓиева, Теодора Стојанова, Љубица Панова, Никола Механџиски, Митко Крмзов.....	10
<b>УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ВО РУДНИК САСА</b> * Марија Стојановска.....	25
<b>МЕТОДИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ЦИЈАНИДИ ОД РУДНИЧКИ ВОДИ</b> * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев.....	32
<b>ИНТЕНЗИТЕТ НА ВРНЕЖИТЕ И АНАЛИЗА НА ГОЛЕМИ ВОДОТЕЦИ ВО РУДНИКОТ „СУВОДОЛ“ – БИТОЛА</b> * Костадин Јованов.....	42
<b>НЕУТРАЛИЗАЦИЈА НА ПОВРШИНАТА НА ДЕПОНИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ ВО КОМПЛЕКСОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КАТОДЕН БАКАР „КАЗАНДОЛ“ – ВАЛАНДОВО</b> * Трајче Бошевски.....	51
<b>ПЛАН ЗА ВОНРЕДНИ СОСТОЈБИ – СУШТИНСКИ ДЕЛ ОД СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО БЕЗБЕДНОСТА ПРИ РАБОТА</b> * Марија Хаџи-Николова, Дејан Миравовски, Николинка Донева, Борче Гоцевски, Станке Тасковски.....	56
<b>БЕЗБЕДНА РАБОТА ВО ЗАТВОРЕНИ (ОГРАНИЧЕНИ) ПРОСТОРИ</b> * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Марија Хаџи – Николова, Стојанче Мијалковски.....	64
<b>СИСТЕМ ЗА ИНСТАЛИРАЊЕ И АПЛИКАЦИЈА НА “QR КОД” ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА</b> * Ванчо Аџиски, Далибор Серафимовски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски.....	72
<b>МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ЗА РАКУВАЧИТЕ НА РУДАРСКИ МАШИНИ ВО ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Анкица Илијева Стошиќ.....	82

## СОВРЕМЕНА РУДАРСКА ПРАКТИКА

<b>ИСЦРТУВАЊЕ НА ИЗОХИПСИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА</b> * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева.....	91
<b>ВЛИЈАНИЕ НА РЕЖИМОТ НА ДУПЧЕЊЕ НА ОШТЕТУВАЊАТА КАЈ КРУНИТЕ ЗА ДУПЧЕЊЕ</b> * Ристо Дамбов, Николинка Донева, Илија Дамбов.....	103
<b>PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE COMBINED TECHNOLOGY FOR QUARRYING UTILIZING CHAIN CUTTERS AND DIAMOND WIRE SAWS</b> * Ivaylo Kopriv, Dimitar Kaykov.....	112
<b>ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА НА НЕЕКСПЛОЗИВНИ СМЕСИ ЗА ЦЕПЕЊЕ И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ</b> * Ристо Дамбов, Никола Р'жаникоски, Игор Стојчески, Илија Дамбов.....	119
<b>УПОТРЕБА НА СОФТВЕРИ И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ СО ЦЕЛ ЗА ПОЕФИКАСНИ И ПОБЕЗБЕДНИ МИНИРАЊА ВО ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Орхан Рамадановски.....	126
<b>АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО ШКРИЛЕЦ СО ПРИМЕНА НА ДВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДНИК „САСА“</b> * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Ивановски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	135
<b>ТЕНДЕНЦИЈА ЗА ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА МЕХАНИЗАЦИЈА ВО РУДНИКОТ “ЗЛЕТОВО”</b> * Дарко Начковски, Ванчо Гоцевски.....	141
<b>КЛАСИФИКАЦИЈА НА ПЕПЕЛТА ОД ТЕРМОЦЕНТРАЛАТА РЕК БИТОЛА ВО МАКЕДОНИЈА И МОЖНОСТИ ЗА НЕЈЗИНА УПОТРЕБА</b> * Тена Шијакова-Иванова, Весна Зајкова Панова, Виолета Стефанова, Виолета Стојанова.....	153
<b>ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ И ЕКОЛОШКИ ПРЕДНОСТИ НА НЕКОНВЕНЦИОНАЛНИ МЕТОДИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ</b> * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	161
<b>НЕКОИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕИЗМИЧНОСТА НА ПОДРАЧЈЕТО РАДОВИШ-СТРУМИЦА-ВАЛАНДОВО (Р. МАКЕДОНИЈА)</b> * Ристо Поповски, Зоран Панов, Лазо Пекевски, Благица Донева, Радмила Каранакова Стефановска.....	168

## ГЕОТЕХНИКА И ГЕОЛОГИЈА

<b>СОВРЕМЕНИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧКИ МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРАЊЕ КАЈ ПОВРШИНСКА И ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА</b> * Игор Пешевски, Јован Бр. Папиќ, Милорад Јовановски.....	179
<b>ОДРЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН</b> * Љупче Ефнушев, Ѓорѓи Димов, Благица Донева.....	191

<b>ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО “РАШАНЕЦ” И НИВНА КОРЕЛАЦИЈА СО БРЗИНАТА НА ЕЛАСТИЧНИТЕ БРАНОВИ * Ѓорѓи Димов, Војо Мирчевски, Виолета Стефанова, Гоше Петров, Благица Донева.....</b>	<b>199</b>
<b>ГЕОМЕТАЛУРГИЈА * Марјан Делипетров, Гоце Златков, Благица Донева, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Ристо Поповски, Крсто Блажев.....</b>	<b>207</b>
<b>НАОЃАЛИШТЕ ЗА ЈАГЛЕН „ЛАВЦИ,, - РЕСЕН * Александар Стоилков, Ласте Ивановски, Маја Јованова, Пеце Муртановски.....</b>	<b>215</b>
<b>МЕНАЏМЕНТ, ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ И РУДНИЧКА ГЕОЛОГИЈА * Орце Спасовски.....</b>	<b>225</b>
<b>ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА НА РУДНАТА ЖИЦА БР. 4 ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “ЗЛЕТОВО” * Никола Богатиновски.....</b>	<b>235</b>
<b>ПОТЕНЦИЈАЛ НА ПРИЛЕПСКО ПОЛЕ ВО ОДНОС НА ЈАГЛЕНОСНОСТА * Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Сашо Цветковски...</b>	<b>244</b>
<b>ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО ОД НЕКОИ ЛОКАЛИТЕТИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Виолета Стефанова, Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчевски.....</b>	<b>250</b>
<b>ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Благица Донева, Тодор Делипетров, Марјан Делипетров, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....</b>	<b>258</b>
<b>СЕКУНДАРНИ СИЛИЦИСКИ СУРОВИНИ ВО КВАРТЕРНИ КОНТИНЕНТАЛНИ ФОРМАЦИИ * Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Марјан Делипетров.....</b>	<b>267</b>
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КРЕДНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчевски.....</b>	<b>272</b>
<b>ЛИТОСТРАТИГРАФИЈА НА ЕОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈ * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова.....</b>	<b>280</b>



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**X<sup>TO</sup> СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
**Технологија на подземна и површинска експлоатација на**  
**минерални сировини**

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '17**

Охрид  
03 – 05. 11. 2017 год.

## **ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО ОД НЕКОИ ЛОКАЛИТЕТИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА**

**Виолета Стефанова<sup>1</sup>, Тена Шијакова-Иванова<sup>1</sup>, Војо Мирчевски<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,  
Штип, Македонија

**Апстракт:** Во овој труд ќе бидат презентирани резултатите од испитувањата на хемискиот состав на златните агрегати кои се пронајдени со шлиховска проспекција во некои локалитети во Република Македонија. Испитувањата покажуваат дека содржините на злато во испитуваните агрегати се движи од 78.69% во локалитетот Плавица до 99.94 % во локалитетот Боровик. Од примесите во златните агрегати најчесто и во најголем процент се среќава среброто, потоа бакарот, железото, живата. Испитувањата на хемискиот состав може да се користи за корелација помеѓу хемискиот состав на примарното злато и поточното злато со што може да се утврди типот на минерализација и можниот примарен извор.

**Клучни зборови:** шлиховска проспекција, поточно злато, хемиски состав.

## **CHEMICAL COMPOSITION OF OF ALLUVIAL GOLD FROM SOME LOCALITIES IN R. MACEDONIA**

**Violeta Stefanova<sup>1</sup>, Tena Sijakova-Ivanova<sup>1</sup>, Vojo Mircovski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitz “Goce Delcev”, Facultz of Naturan and Technial sciences, Stip, Macedonia

**Apstract:** In this paper njill be presented the results of the investigations of the chemical composition of the gold aggregates found njith sclich prospection in some localities in the Republic of Macedonia. Studies shonj that the content of gold in the tested aggregates ranges from 78.69% in the site of Plavica to 99.94% in the localitz of Borovik. Of the impurities in the gold aggregates, most often, the largest percentage is silver, then copper, iron, mercurz. The chemical composition can be used to correlate the chemical composition of primarz gold and fine gold to determine the tzpe of mineralization and possible primary source.

**Key words:** slich prospection, placer gold, chemical composition.

### **1. ВОВЕД**

Расипното злато несомнено носи дел од белезите на ендеогеното злато. На физичко-хемиските карактеристики на ваквото злато влијаат многу фактори: карактерот на примарното злато, водената сила, морфологијата на речното корито, должина на транспорт и хемискиот состав на водата во реката.

Хемиските карактеристики на алувијални зрна и на инклузиите доколку се присутни овозможува да се одреди типот на изворот на минерализацијата која во раните фази на регионалните истражувања може да помогне да се фокусира вниманието на терените со најголемо потенцијално економско значење.

Златото најчесто во природата се јавува како самороден метал во чиј хемиски состав може да влегуват одредени содржини на останати метали како сребро, жива, паладиум, бакар, железо и др.

Од посебен интерес е проучувањето на врската меѓу хемискиот состав на алувијалното злато и потенцијалниот извор.

Во светски рамки, вршени се многубројни испитувања на алувијалното злато од аспект на микрохемиските карактеристики како и морфологијата на истото со цел откривање на можниот примарен извор ([15], [1], [2], [3], [4], [5], [6], [8], [9]).

Ова посебно е значајно за области каде златото го има во стрим седиментите а примараната минерализација сеуште не е откриена.

Во Македонија постои долга традиција на истражување на златото. Откриени се повеќе од триесетина локалитети кои се повеќе или помалку проучени. Истражувања од типот на одредување на хемискиот состав и морфологијата на златните агрегати последните години се интензивирани ([10], [11], [12], [13], [15], [17], [7]). Главна цел на овие истражувања е да се добијат сознанија за можните примарни извори на алувијалното злато. Во рамките на овој труд вклучени се истражувањата во алувионите на: Боровиќ, Плавички и Киселички поток, Боров Дол, Мечкин дол, Пекѓанска река, реката Лукар и Стара река.

## **2. ПРИМЕНЕТА МЕТОДОЛОГИЈА**

На терените кои беа предмет на истражување, беше применета шлиховската проспекција. Земениот материјал се испираше со класично испирање со употреба на карлица по што добиениот црн шлих се подложи на понатамошна лабораториска обработка. Најнапред со магнет рачно се изврши издвојување на магнетичната серија и се пристапи кон преглед на материјалот со електронски стереоскоп-бинокулар. Златните агрегати се издвојуваа рачно.

За да се утврди хемискиот состав на златото беше користен сканинг електронски микроскоп (SEM). Анализите се извршија во лабораторијата за електронска микроскопија на Универзитетот во Штип на инструмент од типот VEGA3 LMU. Еталоните се на TESCAN. Специфичните услови на работа се:

-Tension: 20 keV

-Test Method: EDS

-Type of analysis: Quantitative

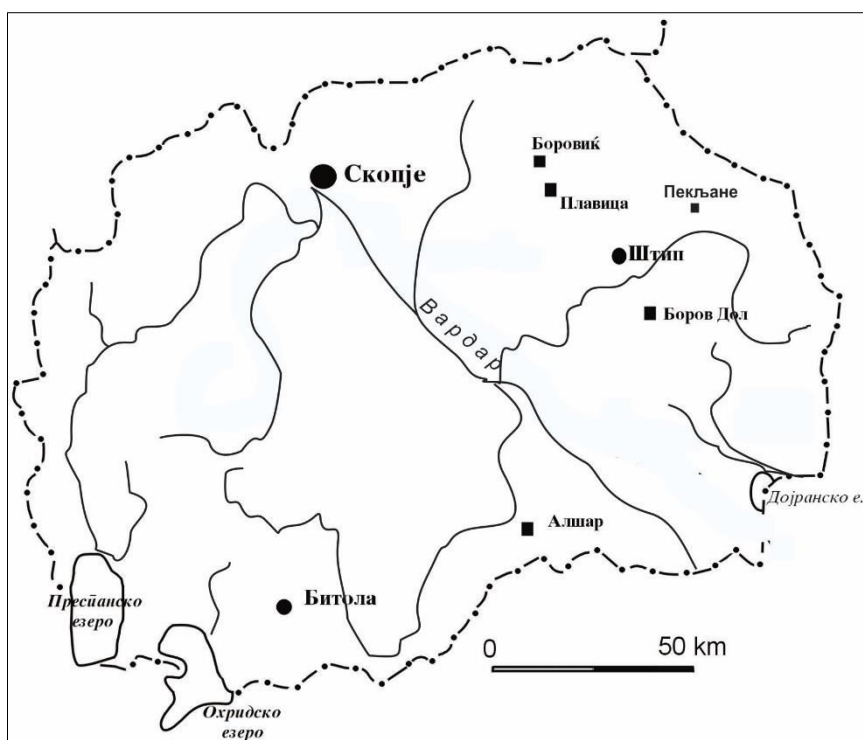
- X-act: 10 mm<sup>2</sup> (Silicon Drift detector)

-Max resolution: 125 EV

-Resolution of MnK $\alpha$ , FK $\alpha$ , CK $\alpha$ : according to ISO 15632:2012

## **3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА**

Испитувањата на хемискиот состав на пронајдените златни агрегати од испитувани локалитети во Р. Македонија (Сл. 1) покажуваат дека станува збор за златни агрегати кои најчесто се со голема чистота. Од примесите се присутни среброто, бакарот, живата, железото.



**Слика 1.** Места на локалитетите каде што е вршена шлиховската проспекција

### 3.1. Локалитет Боров Дол

Локалитетот Боров Дол е дел од рудниот реон Бучим-Дамјан -Боров Дол односно ги зафаќа неговите јужни делови. Металогенијата на овој руден реон е во тесна врска со еволуцијата на терциерниот магматизам, претставен со субвулканско-вулкански фации на андезити, латити, кварцлатити, трахириолити и др. кои се продукт на интермедијарниот до кисел калко-алкален магматизам. За овој магматизам се поврзани бројни интересни минерализации на Cu, Fe, Fe, Pb-Zn како и минерализации на Au.

Во локалитетот Боров Дол беа испитувани потоците Мечкин дол, Боров дол Пенлив дол, Крундиров дол.

Испитувањата на хемискиот состав на златните агрегати кои беа пронајдени во потокот Мечкин дол покажаа дека станува збор за самородно злато кое се карактеризира со висока чистота. Според Захарова, [20] златото со чистота од 900-950 се нарекува високопробно злато, а златото кое се движи со чистота од 800-899 спаѓа во групата на умереновисокопробно злато. Имајќи ја во предвид ова групирање може да се каже дека, најголем број од испитуваните златни агрегати спаѓат во групата на високопробно злато каде содржината на злато се движи од 92 % до максимални 99% на злато а помал број се со помала чистота каде содржината на златото се движи од 71-84%. [15].

Испитувањето на златните агрегати се вршеше на периферните делови и по една анализа во централните делови цо цел да се утврди дали постои зоналност во хемискиот состав. Среброто како најзастапена примеса во златните агрегати е застапено во ранг кој се движи од <1% до 26.91%. Во некои златни агрегати централните делови се побогати со сребро додека кај други е забележана обратна зоналност-центарот е посиромашен со сребро од ободните делови на златните агрегати. Во поголемиот број од испитуваните

златни агрегати не постои никаква закономерност во однос на содржината на среброто.

Од останатите примеси утврдено е присуство на Fe, Cu, Bi, Se, Te. Содржините на железото се движат од 0.01 до 1.98%. Бакарот е со содржини од 0.03 до 0.84%. Останатите примеси како Bi, Se, Te се малку застапени а во некои агрегати и отсуствуваат. Врз основа на овие податоци може да се каже дека златните агрегати во целина имат хомоген состав што наведува на претпоставката дека златните агрегати потекнуваат од еден извор [6].

Во потоците: Боров дол, Крундиров дол, Пенлив дол исто така се пронајдени златни агрегати кои се карактеризираат со голема чистота. Средната содржина на златото се движи од 87.04-98.15%. Од примесите содржат: сребро со средна содржина 0.99-11.73%, потоа бакар со содржини од 0.46-0.6%, и железо со средна содржина од 0.036%, [17]. Содржината на среброто во рамките на златните агрегати покажува зоналност при што периферните делови се обогатени со сребро што претставува една од карактеристиките на поточното злато, [2].

### **3.2. Локалитет Плавица**

Локалитетот Плавица ги зафаќа источните делови од Кратовско-злетовската вулканска област или поточно тоа е лоцирано во централните делови на плавичкиот вулкански апарат.

Рудната минерализација на Плавица е сместена во централниот дел на една голема но разорена калдера. Полиметалните бакарни оруднувања се локализирани во средишните делови на Плавичката калдера. Овие оруднувања генетски и парагенетски се контролирани од структурите на вулканскиот апарат и разломните структури. Рудната минерализација најчесто е создавана со пополнување на празните простори во рамките на пукотинско-раседните системи, жиличките, прожилците и метасоматски е импрегнирана во хидротермално изменетите вулкански карпи.

Хемиските анализи на пронајдените златни агрегати од Киселички и Плавички поток во локалитетот Плавица покажуваат дека станува збор за самородно злато кое може да се воврсти во групата на високопробно злато со соржини од 79.01% до 97.56%. Испитувањата покажуваат дека среброто е елемент кој најчесто се среќава како примеса а понекогаш може да се сретне бакарот и железото и тоа со содржини од неколку %. Содржината на сребро се движи во границите од 0.18% до максималните 21.07%. Просечната содржина на среброто во Плавица изнесува 7.22%. Испитуваните златните агрегати се релативно постојани во својот состав односно агрегатите се хомогени што значи примесите на сребро се рамномерно распоредени во централните и ободните делови.

Од останатите примеси во златото се среќава бакарот со содржини од 0.25 - 0.68 %. Железото е со многу помали содржини кои се движат од 0.08 - 0.28%. ([11]).

### **3.3. Локалитет Боровиќ**

Минерализираниот простор кај локалитетот Боровиќ се наоѓа во СЗ дел на Кратовско-Злетовскиот руден реон. Боровиќ всушност е една од многуте вулкански манифестации во Кратовско-злетовската област. Поточно Боровиќ

зафаќа дел од просторот на Туралевската калдера во која се присутни повеќе вулкански кратери. Овој дел од калдерата се карактеризира со изразити површински манифестации пред се површински алтерации на карпите кои се доста маркантни. Вдолж овој простор се пробива реката Повишица по чија долина, на површината избиваат повеќе термални извори.

Содржината на златото во локалитетот Боровиќ се движи од 98.31% до 99.94%, со средна содржина од 97.38%. Од примесите содржи сребро со средна содржина од 0.25%, бакар 0.54%, железо 0.1%, ([13]). Ваквите содржини го вбројуваат златото во групата на многу високопробно злато кое се карактеризира со чистота од 951-998.

### **3.4. Кожувска област**

Кожувската област претставува еден голем вулкански комплекс кој се наоѓа во јужниот дел на Р. Македонија и е развиен во пределот на планинскиот масив Кожуф. Претходните истражувањата укажуваат на вулканска активност претставена со вулкански некови, односно замрзнати доводни канали и голема количина на пирокластичен материјал. Исто така регистрирани се и феномени на поствулканска активност. Овде е значајно наоѓалиштето Алшар. За геологијата на ова наоѓалиште значајен е плиоценскиот магматизам за кој е поврзана Sb-As-Tl-Au-Cu-Pb- Zn минералната асоцијација.

Во рамките на оваа област беше направена прелиминарна шлиховска перспекција по течението на Стара река и реката Лукар.

Испитувањата на хемискиот состав на пронајдените златни агрегати покажаа дека содржината на златото се движи од 88.87- 99.43%. Содржините на сребро се движат од 0.09 до 11.61%. Останатите примеси од Fe, Cu, Se, Te и Bi. се присутни во многу мали содржини под 1%. Ова укажува на тоа дека златото е високо пробно, ([13]).

### **3.5. Пекљанска река и пошироката околина**

Претходните истражувања кои се вршени во дренажниот простор на Пекљанска река и пошироката околина укажуваат на постоење на мали појави на злато кои се поврзани за горно плиоценската серија на песоци и чакали кои се појавуваат по долината на Пекљанска река, Драгобрашка река и Осојница. Дебелината на овие литолошки членови варира од 6-10 м.

Поновите истражувањата во Пекљанска река покажаа дека ова поточно злато се карактеризира со содржина на златото од 95.03-99.68%. За разлика од сите претходни резултати во златните агрегати како елемент примеса присутна е живата со содржини од 0.8 до 4.96%. Железото е застапено со содржини од 0.1-1.36%. Бакарот е застапено со содржини од 0.1-0.79%. Многу помалку како примеси се застапени телурот и арсенот, [15]). Евидентно е дека среброто како најчесто застапен елемент примеса не е овде застапено.

Врз основа на сите овие податоци може да се каже дека златото во сите локалитети се карактеризира со голема чистота. Поточното злато има поголема финоќа (чистота) отколку примарното злато. Сепак деталните анализи покажуваат дека просечно зголемување на финоќата се должи на формирањето на висока финока по рабовите, додека јадрото на златните зрна останува со сличен состав како во примарниот извор, ([2]).



Во сите локалитети со иклучок на златните агрегати од Пекљанска река како примеси содржат најмногу сребро, со помали количини на бакар, железо, телур селен и др. Златните агрегати од Пекљанска река, во својот состав како елемент примеса ја имаат живата додека сребротот отсуствува. Но и во овој случај ваквиот хемиски состав, малата варијација во финоќата на злато и содржините на жива може да укажуваат на еден единствен примарен извор, ([4]).

#### 4. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на приложените резултати за хемискиот состав на златните агрегати во избраните локалитети од Р. Македонија може да се каже дека во Р. Македонија е присутно алувијалното-поточно злато кое се карактеризира со голема чистота.

- Во локалитетот Боров Дол пронајдените златни агрегати од потокот Мечкин дол се карактеризира со висока чистота и спаѓа во групата на високопробно и многу високопробно злато со содржини од 92 % до максимални 99%. Од примесите содржи: сребро, бакар, железо и многу малку бизмут, селен и телур.

- Во потоците: Боров дол Пенлив дол, Крундиров дол златото е исто така високопробно со содржини од 87.04-98.15%. Од примесите содржат: сребро, бакар и железо.

- Хемиските анализи на пронајдените златни агрегати од Киселички и Плавички поток во локалитетот Пластица покажуваат дека станува збор за самородно злато кое може да се вврсти во групата на високопробно злато со содржини од 79.01% до 97.56%. Од споредните елементи содржи: сребро, бакар, железо.

- Содржината на златото во локалитетот Боровиќ се движи од 98.31% до 99.94%. Од примесите содржи сребро, бакар и железо.

- Испитувањата на хемискиот состав на пронајдените златни агрегати по течението на Стара река и реката Лукар, покажаа дека содржината на златото се движи од 88.87- 99.43%. од споредните елементи содржи сребро а железото бакарот селенто и телурот во многу мали содржини под 1%.

- Истражувањата во Пекљанска река покажаа дека ова поточно злато се карактеризира со содржина на златото од 95.03-99.68%. Во златните агрегати како елемент примеса присутна е живата, железото и бакарот. Многу помалку како примеси се застапени телурот и арсенот

#### КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Crawford C. E., Robert. Chapman R. J, LeBarge P. W, Mortensen K. J., 2006: Developing a new method to identify previously unrecognized geochemical and morphological complexity in placer gold deposits in western Yukon, Yukon Exploration and Geology, pp. 139-148
- [2] Chapman, R. J., Mortensen J. K., Crawford E. C., Lebarge W. P. 2010: Microchemical Studies of Placer and Lode Gold in the Klondike District, Yukon, Canada: 1. Evidence for a Small, Gold-Rich, Orogenic Hydrothermal System in the Bonanza and Eldorado Creek Area. Society of Economic Geologists, Inc. *Economic Geology*, v. 105, pp. 1369–1392
- [3] Chapman, R. J., Mortensen J. K., Crawford E. C., Lebarge W. P. 2010: Microchemical Studies of Placer and Lode Gold in the Klondike District, Yukon,

- Canada: 2. Constraints on the Nature and Location of Regional Lode Sources. Society of Economic Geologists, Inc. *Economic Geology*, v. 105, pp. 1393–1410
- [4] Chapman, R. J., Mortensen J. K., Lebarge W. P. 2011: Styles of lode gold mineralization contributing to the placers of the Indian River and Black Hills Creek, Yukon Territory, Canada as deduced from microchemical characterization of placer gold grains. *Miner Deposita* (2011) 46:881–903
- [5] Dumula R. M., Mortensen K. J., 2001: Composition of placer and lode gold as an exploration tool in the Stewart River map area, western Yukon, Yukon Exploration and geology, pp. 87-98
- [6] Florencia M., Southam G., Graig R James., Galliski MA. 2004: Morphological and Chemical study of placer gold from the San Luis range, Argentina. *The Canadian Mineralogist* 42,169-182.9
- [7] Kovacev V., Stefanova V., Nedelkov R., Mladenov V. 2007: Eluvial-alluvial gold from gold-copper occurrence Borov Dol (R. Macedonia). Part I: Geochemistry of stream sediments and their relation to the source rocks and ores. *Review of the Bulgarian Geological Society*, pp.66-76.
- [8] Nakagawa M., Santosh M., Nambiar C.G., Matsubara C. 2005: Morphology and chemistry of placer gold from Attapadi Valley, southern India; *Gondwana Research* 2, 213–222.
- [9] Norman, M., Chapman, R., 2011: Placer gold microchemistry in conjunction with mineralogy and mineral chemistry of heavy mineral concentrates to characterize bedrock sources. Indicator Mineral 25th International Applied Geochemistry Symposium, pp. 19-25
- [10] Stefanova V., Kovacev V., Mladenov V., Stanimirova C. 2007: Eluvial-alluvial gold from gold-copper occurrence Borov Dol (R. Macedonia). Part II: Mineralogy of gold and stream sediments. *Review of the Bulgarian Geological Society* 68,77-91.
- [11] Stefanova, V., Volkov, V.A., Serafimovski, T., 2013: Native gold the Plavica Epithermal deposit, Republic of Macedonia. *Doklady Earth Sciences*, Vol. 451, Part 2, pp. 818–823
- [12] Stefanova, V., Serafimovski, T., Tasev, G., 2014: Morphological and Chemical Characteristics of Placer Gold Deposits from Meckin Dol, Locality of Borov Dol, Eastern Macedonia. *Tehnika, casopis saveza inzinera i tehnicara Srbija*, No. 3, pp. 409 - 415.
- [13] Stefanova, V., Serafimovski, T., Tasev, G., Boev, B., 2014: Placer gold and following minerals along the Stara reka around the Lukar water intake, Kozuf area R. Macedonia. 2<sup>nd</sup> International workshop. Environmental impact assesment of the Kozuf metallogeni district in southern Macedonia in relation to groundwater resources, surface water, soils and socio-economic consequences (ENIGMA), pp. 23-31
- [14] Stefanova, V., Volkov, A.V., Serafimovski, T., Sidorov, A. A., 2015: Native Gold of the Borovik Ore Field, Republic of Macedonia (FYROM). *Geologiya Rudnykh Mestorozhdenii*, 2015, Vol. 57, No. 2, pp. 148-153
- [15] Stefanova, Violeta and Aleksandrov, Marin and Serafimovski, Todor and Tasev, Goran and Mircovski, Vojo (2016) *Резултати од прелиминарните проспекциски испитувања на злато во алувионот на Пекљанска река, Вуница*. Special Issue of *Geologica Macedonica*, 4 (2). pp. 635-642.
- [16] Townley B.K., Herail G., Maksaev V., Palacios C., de Parseval P., Sepulveda F., Orellana R., Rivas P., Ulloa C. 2003: Gold grain morphology and composition as

- an exploration tool: application to gold exploration in covered areas; *Geological Society of London* 3, 29–38.
- [17] Volkov A.V., Stefanova V., Serafimovski T., Sidorov A.A.R. 2008: Native Gold of the Porphyry Copper Mineralization in the Borov Dol Deposit (Republic of Macedonia). *Doklady Earth Sciences* 422, 1013-1017.
- [18] Zaharova E.M. 1994: Mineralogy of alluvial deposit. Moskva, Rusia: Nedra.(in Russian).